

KARAKTERISASI JENIS TANAH DAN KANDUNGAN AIR MENGGUNAKAN METODE INDUKSI MEDAN MAGNET

CHARACTERIZATION OF SOIL TYPE AND WATER COMPOSITION WITH MAGNETIC FIELD INDUCTION METHOD

Bella Fortunella Dewi¹, Dudi Darmawan², Abrar Ismardi³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹bellafortun96@gmail.com, ²dudidw@gmail.com, ³abrarselah@gmail.com

Abstrak

Metoda *Non Destructive Test* (NDT) merupakan proses pengujian terhadap suatu objek tanpa merusak bagian atau fungsi dari objek yang akan diuji. Penelitian ini menggunakan salah satu metoda NDT yaitu metoda induksi medan magnet. Metoda induksi magnet ini diharapkan dapat mengetahui hubungan pengaruh kadar air dengan tanah, dengan memvariasikan kadar air 10,15,20,25,30 gr dan berbagai jenis tanah yaitu tanah laterit, tanah endapan, tanah humus, tanah liat, tanah vulkanik. Pengujian menggunakan dua jenis koil yang berperan sebagai *transmitter* dan *receiver* yang diinduksi tepat ditengah objek. Respon nilai tegangan yang terukur pada koil *receiver*, dianalisis dengan melihat perbedaan antara penambahan variasi kadar air untuk setiap jenis tanah. Berdasarkan pengukuran, seluruh tanah sensitif terhadap jarak antar koil dan penambahan kadar air. Kandungan air dapat ditentukan dengan mengamati perubahan tegangan antara tanah sebelum dan sesudah diberi kadar air. Dari keseluruhan pengujian yang dilakukan, tanah liat dan vulkanik memiliki perubahan nilai tegangan terbesar terhadap penambahan kadar air 30 gr yaitu 32 V dan 32,6 V.

Kata Kunci : *Non Destructive Test (NDT), Metoda Induksi Medan Magnet, Tanah , Kadar Air, Respon ggl*

Abstract

The *Non Destructive Test (NDT) method* is process of testing toward an object without damaging part of function of the object that will be tested. Researcher used one of NDT method which was magnetic field induction. Magnetic field induction was expected to be able to find out the relation of water content effect and soil, with coordinating water content 10,15,20,25,30 gr and several types of soil such as laterite soil, sedimentary soil, humus soil, clay and volcanic soil. This examination used two types of coil that played role as inducted transmitter and receiver right in the middle of the object. Measured voltage response value in receiver coil was analyzed by seeing the difference between variation addition of water content to all type of soil. Based on the measurement, all soil was sensitive toward range between coil and addition of water content. Water content could be determined by observing the change of voltage between soil before and after being given by water content. From all the tests, voltage of coil are increased when the water given. The biggest change of voltage is clay and volcanic soil by the addition of 30 gr is 32 V and 32,6 V.

Keywords : *Non Destructive Test (NDT), Magnetic Field Induction, Soil, Water Composition, GGL Respons*

1. Pendahuluan

Tanah adalah bagian yang terdapat pada kerak bumi yang tersusun atas mineral dan bahan organik. Tanah sangat mendukung kehidupan tanaman yang menyediakan hara dan air di bumi. Tanah memiliki sifat dan karakteristik yang berbeda-beda, seperti tanah yang berwarna merah, hitam, kelabu serta bertekstur pasir, debu, liat dan lain sebagainya [1]. Untuk membedakan sifat tanah tersebut diperlukannya klasifikasi jenis tanah. Tidak hanya tanah, tetapi kadar air juga perlu diperhatikan, air berfungsi sebagai media gerak hara ke akar-akar tanaman. Kadar air dalam tanah yang berlebihan dapat membatasi pergerakan udara dalam tanah, sehingga mengakibatkan tanaman mati [2]. Oleh karena itu diperlukannya karakterisasi jenis tanah dan kadar air pada tanah.

Peneliti sebelumnya telah melakukan pengukuran kadar air pada tanah dengan menggunakan Gypsum Block, namun pengukuran ini hanya berlaku untuk jenis tanah liat [3]. Metode untuk menentukan karakteristik tanah sudah pernah dilakukan sebelumnya, dengan menggunakan pengukuran resistivitas tanah menggunakan metode konfigurasi wenner, namun pada metode ini sumber arus dihubungkan melalui elektroda dan langsung ditancapkan kedalam benda uji, hal ini dapat merusak benda uji. Berdasarkan dari kekurangan metoda Wenner, metoda lain yang dapat digunakan dalam identifikasi distribusi resistivitas adalah tomografi [4].

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan studi konfigurasi tomografi impedansi listrik induksi. Pada penelitian tersebut, mencoba berbagai konfigurasi penginduksian dengan penggunaan koil berbentuk rectangular.

Hasil penelitian tersebut menghasilkan sejumlah konfigurasi yang menghasilkan distribusi medan magnet penginduksian yang lebih homogen mencakup semua daerah observasi. Namun pada penelitian tersebut, penginduksian dilakukan secara serial menggunakan satu koil dengan menggerakkan koil tersebut ke titik - titik lokasi penginduksian. Metoda seperti itu menimbulkan permasalahan di sisi stabilitas penggerak koil dan waktu penginduksian yang lama. Semakin banyak data yang diinginkan maka penginduksian harus dilakukan lebih banyak pada lokasi yang berbeda [5].

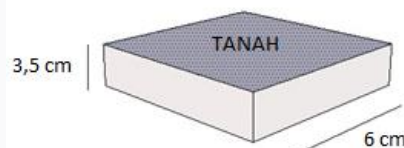
Dengan kendala tersebut, pada penelitian Tugas Akhir ini ditawarkan solusi metoda induksi medan magnet berbasis multi koil. Penggunaan metoda induksi medan magnet membutuhkan dua jenis koil yaitu koil *transmitter* dan koil *receiver*. Metoda induksi medan magnet dapat dilakukan dengan cara menginduksikan medan magnet pada koil *transmitter* dan mengukur ggl yang terukur di koil *receiver*. Sampel tanah yang divariasikan kadar air dan diinduksi tepat di tengah oleh koil *transmitter*. Untuk pengukuran kadar air menggunakan alat ukur *soil moisture meter* karena alat ini dapat digunakan untuk semua jenis tanah. Respon ggl yang terukur di koil *receiver* dianalisis dengan melihat perbedaan ggl disetiap variasi penambahan kadar air untuk setiap jenis tanah.

2. Metode Penelitian

2.1 Sampel Pengujian dan alat pengujian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah dan air. Tanah yang digunakan yaitu tanah liat, tanah humus, tanah endapan, tanah vulkanis, tanah laterit. Jenis sampel tanah yang di ambil dalam penelitian ini didapatkan didaerah Bandung, dan jenis tanah ini merupakan tanah yang umum serta mudah didapatkan. Pengambilan sampel tanah hanya sebatas permukaan. Sampel tanah yang didapatkan kemudian dipisahkan dari kotoran lain yang menempel, kemudian dikeringkan dan disaring. Pengujian dilakukan dengan 30 jenis sampel tanah dengan 5 macam jenis tanah. Masing-masing jenis tanah akan dicampur dengan air dengan variasi kadar air 10, 20, 30, 40 dan ml. Untuk mengetahui kadar air yang terkandung pada tanah, dilakukan pengukuran kadar air pada tanah dengan menggunakan alat ukur yang dinamakan dengan *soil moisture metter-LUTRON PMS714*.

Wadah yang digunakan untuk sampel tanah yang akan diuji terbuat dari bahan akrilik yang berbentuk bujur sangkar dengan empat buah sisi sama panjang 6cm dengan tinggi wadah 3,5cm. Pada penelitian ini menggunakan dua jenis koil yaitu koil *transmitter* dan *receiver*. Variasi lilitan koil untuk proses karakterisasi berjumlah 200-200, 300-300 dan 400-400 lilitan. Panjang lilitan koil sebesar 3,5 cm dengan 100 lilitan per-layer. Koil diberi batang ferrit berukuran 14 cm dengan diameter 1 cm yang akan diletakkan ditengah objek dan tepat diatas objek yang akan diuji. Serta jarak dari koil ke sampel uji disesuaikan dengan respon pada koil *receiver* dengan rentang 0,5 cm hingga menempel sampel uji.



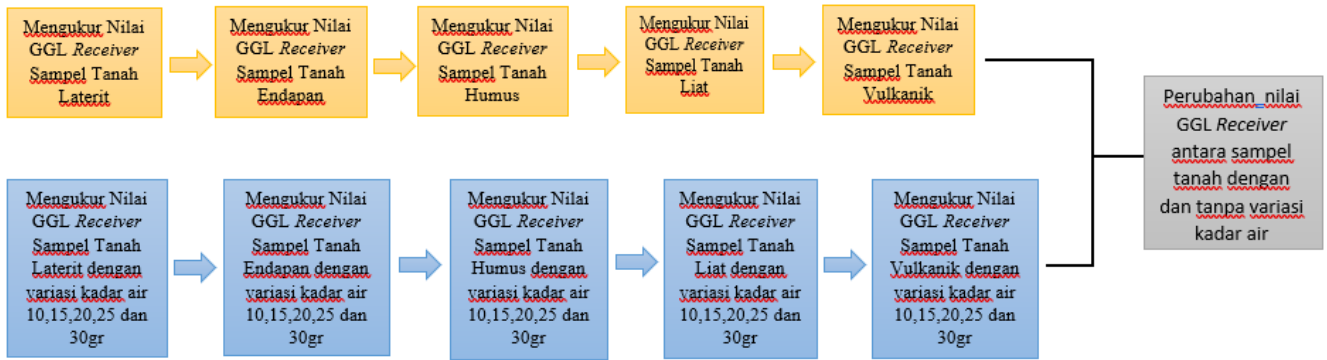
Gambar 1. Ilustrasi wadah tanah

2.2 Karakterisasi Tanah dan Koil

Dilakukan karakterisasi tanah menggunakan *Scanning Electron Microscopy (SEM)* untuk mengidentifikasi permukaan pada sampel tanah dan digunakan *Energy Dispersive Analysis X-Ray (EDAX)* untuk mengetahui kandungan unsur yang terdapat pada sampel tanah yang akan digunakan sebagai latar belakang dari penelitian.

Proses karakterisasi koil menggunakan perangkat lain yaitu sumber arus yang akan diinjeksikan kepada koil *transmitter* menggunakan *Function Generator* serta Osiloskop untuk melihat respon gelombang dan nilai ggl yang dihasilkan oleh koil *receiver*. Karakterisasi koil dilakukan dengan variasi jumlah lilitan koil 200-200, 300-300 dan 400-400 lilitan dengan variasi jarak antar koil sebesar 0,5 cm , 0,75 cm dan 1 cm. karakterisasi pada koil ini akan mendapatkan respon nilai ggl *receiver* terhadap jumlah lilitan koil dan jarak antar koil dengan media udara atau tanpa objek pada rentang frekuensi 100-500 kHz, serta mendapatkan respon nilai ggl *receiver* terhadap jumlah lilitan koil dan jarak antar koil dengan objek tanah pada rentang frekuensi 100-500 kHz. Karakterisasi koil dilakukan untuk mengetahui jumlah pasangan lilitan, frekuensi kerja dan jarak koil. Hal ini ditandai dengan adanya perbedaan antara ada dan tidak adanya objek.

2.3 Mengukur Nilai GGL Receiver Sampel Tanah dengan Variasi Kadar Air

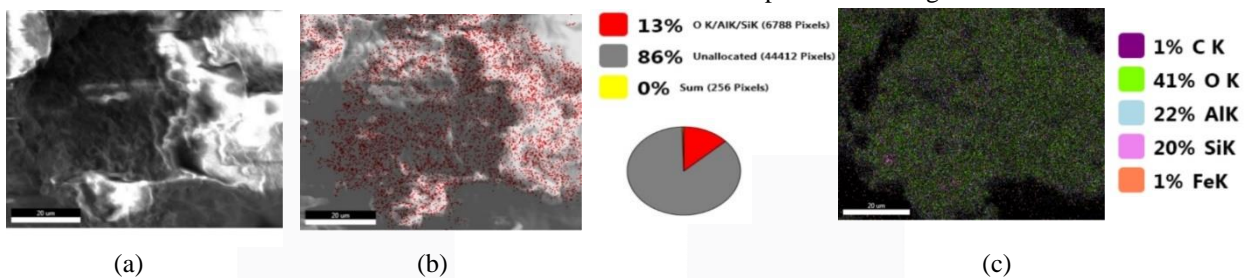


Gambar 2. Skema pengukuran respon nilai ggl receiver dengan variasi kadar air

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Karakterisasi Tanah

Pada penelitian ini dilakukan karakterisasi tanah menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*) untuk mengidentifikasi permukaan pada sampel tanah dan digunakan EDAX (*Energy Dispersive Analysis X-Ray*) sebagai hasil dari analisis komposisi yang terkandung dalam sampel tanah secara kualitatif dan kuantitatif sebagai latar belakang dari penelitian. Tanah yang akan dikarakterisasi yaitu tanah laterit, tanah endapan, tanah humus, tanah liat dan tanah vulkanik. Hasil dari karakterisasi SEM-EDAX dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 3. Struktur permukaan dan komposisi unsur pada sampel tanah dengan resolusi 20 μm (a) Struktur umum (b) Struktur spesifik (c) komposisi unsur

Pada Gambar 3 (a) menunjukkan struktur permukaan sampel tanah tanah secara umum, sedangkan pada Gambar 3 (b) menunjukkan struktur permukaan sampel tanah laterit yang lebih spesifik yaitu berdasarkan kandungan unsur yang teralokasi dan tidak teralokasi. Pada Gambar 3 (c) menunjukkan presentase unsur yang terdapat pada tanah. Kandungan unsur yang terdapat pada setiap jenis, dapat ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Unsur Pada Tanah

Kandungan Unsur Teralokasi				
Tanah Laterit	Tanah Endapan	Tanah Humus	Tanah Liat	Tanah Vulkanik
1% C, 41% O, 22% Al, 20% Si dan 1% Fe.	1% C, 32% O, 1% Na, 1% Mg, 16% Al, 19% Si dan 1% Fe.	30% C, 1% N, 11% O, 1% Mg, 1% Al, 1% Si, 1% K, dan 1% Ca.	2% C, 41% O, 1% Na, 2% Mg, 17% Al, 27% Si, 1% K, 1% Ca dan 1% Fe.	1% C, 37% O, 4% Al, 45% Si dan 1% S.

3.2 Karakterisasi Koil dan Optimasi Koil

Sebelum melakukan pengujian alat dilakukan karakterisasi koil dan akan dipilih koil dengan respon terbaik yang terbaca pada koil receiver.

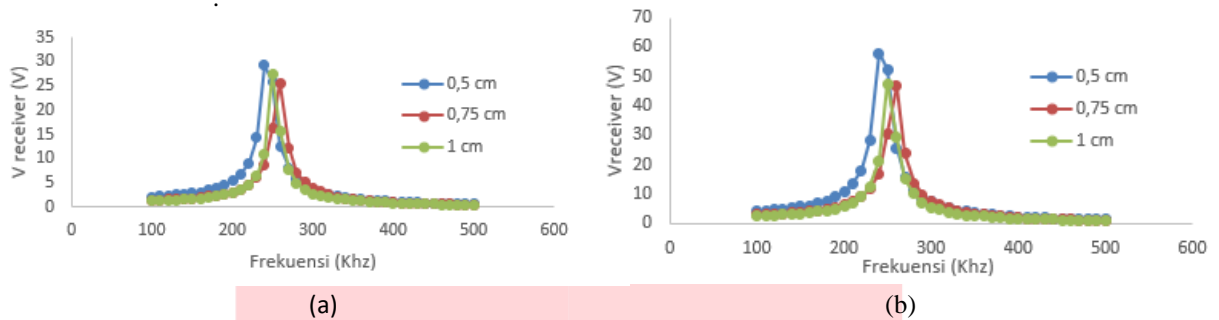
- Karakterisasi koil

Proses karakterisasi koil menggunakan alat ukur LCR meter tipe 9083, LCR meter akan mengukur nilai induktansi dan nilai resistansi dari koil yang akan dijadikan objek uji. Karakterisasi koil ini, memiliki variasi jarak antar koil sebesar 0,5 , 0,75 dan 1 cm dengan diberikan masukan tegangan sebesar 10 dan 20 Vpp dengan rentang frekuensi 100 – 500 KHz. Nilai karakterisasi koil, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik Koil

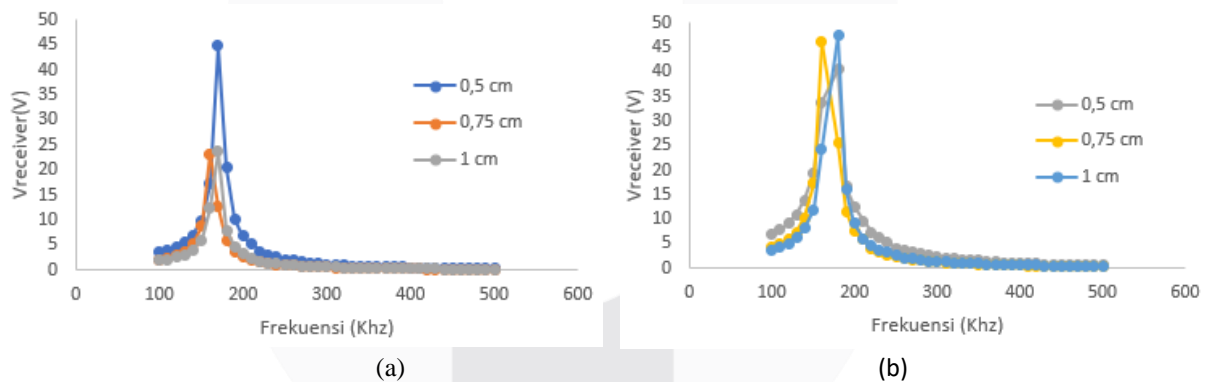
Jumlah Lilitan	Induktansi	Resistansi	Panjang	Diameter Koil
Transmitter & Receiver : 200 Lilitan	1,89 mH	2,5 Ω	3,5 cm	0,3 mm
Transmitter & Receiver : 300 Lilitan	4,17 mH	3,9 Ω	3,5 cm	0,3 mm
Transmitter & Receiver : 400 Lilitan	7,67 mH	5,5 Ω	3,5 cm	0,3 mm

Hubungan tegangan pada koil *receiver* terhadap perubahan frekuensi pada koil 200 lilitan dengan variasi jarak dan input 10 dan 20 Vpp, ditunjukkan pada Gambar 4.



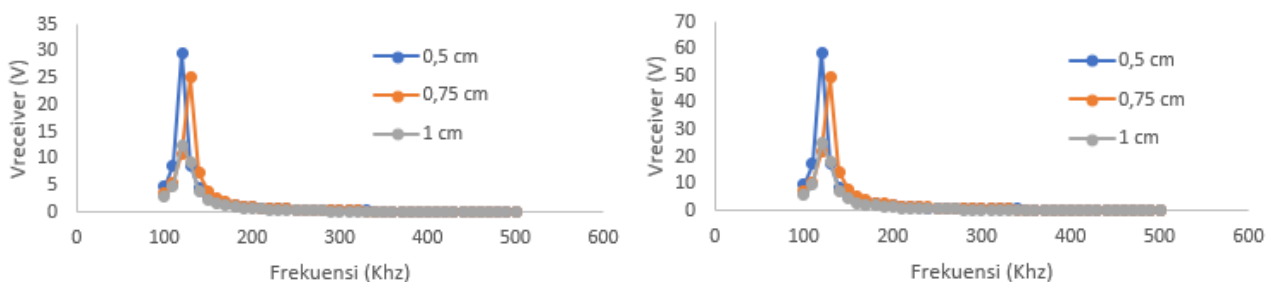
Gambar 4. Tegangan receiver terhadap frekuensi (a) 200 lilitan pada 10 Vpp, (b) 200 lilitan pada 20 Vpp

Berdasarkan Gambar 4 dapat diketahui frekuensi optimum/frekuensi kerja dari masing-masing pasangan koil yaitu 200 lilitan dengan jarak antar koil 0,5 cm pada 10 Vpp & 20 Vpp pada frekuensi 220 KHz sebesar 9,2 V dan 18 V. 200 lilitan dengan jarak antar koil 0,75 cm pada 10 Vpp & 20 Vpp pada frekuensi 240 KHz sebesar 8,82 V dan 17,4 V. 200 lilitan dengan jarak antar koil 1 cm pada 10 Vpp & 20 Vpp pada frekuensi 230 KHz sebesar 6,4 V dan 12,6 V. Hubungan tegangan pada koil *receiver* terhadap perubahan frekuensi pada koil 300 lilitan dengan variasi jarak dan input 10 dan 20 Vpp, ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Tegangan receiver terhadap frekuensi (a) 300 lilitan pada 10 Vpp, (b) 300 lilitan pada 20 Vpp

Berdasarkan Gambar 5 dapat diketahui frekuensi optimum / frekuensi kerja dari masing-masing pasangan koil yaitu 300 lilitan dengan jarak antar koil 0,5 cm pada 10 Vpp & 20 Vpp pada frekuensi 150 KHz sebesar 9,8 V dan 19,4 V. 300 lilitan dengan jarak antar koil 0,75 cm pada 10 Vpp & 20 Vpp pada frekuensi 150 KHz sebesar 8,8 V dan 17,4 V. 300 lilitan dengan jarak antar koil 1 cm pada 10 Vpp & 20 Vpp pada frekuensi 150 KHz sebesar 6,04 V dan 12 V. Hubungan tegangan pada koil *receiver* terhadap perubahan frekuensi pada koil 400 lilitan dengan variasi jarak dan input 10 dan 20 Vpp, ditunjukkan pada Gambar 6.



(a)

(b)

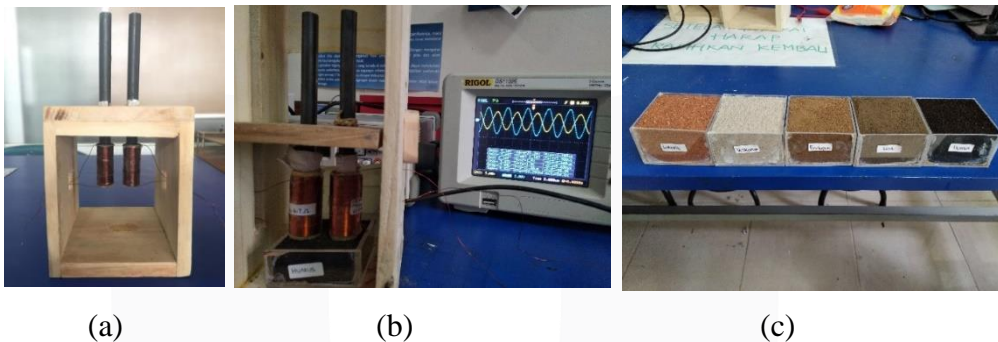
Gambar 6. Tegangan *receiver* terhadap frekuensi (a) 400 lilitan pada 10 Vpp, (b) 400 lilitan pada 20 Vpp

Berdasarkan Gambar 6 dapat diketahui frekuensi optimum / frekuensi kerja dari masing-masing pasangan koil yaitu 400 lilitan dengan jarak antar koil 0,5 cm pada 10 Vpp & 20 Vpp pada frekuensi 110 KHz sebesar 8,72 V dan 17,2 V. 400 lilitan dengan jarak antar koil 0,75 cm pada 10 Vpp & 20 Vpp pada frekuensi 110 KHz sebesar 5,52 V dan 10,6 V. 400 lilitan dengan jarak antar koil 1 cm pada 10 Vpp & 20 Vpp pada frekuensi 110 KHz sebesar 4,72 V dan 9,6 V.

Berdasarkan karakterisasi yang telah dilakukan pada masing-masing pasangan koil, bahwa perubahan frekuensi dapat mempengaruhi besar tegangan yang dihasilkan oleh koil *receiver*. Semakin banyak jumlah lilitan maka semakin cepat respon frekuensi optimum yang dihasilkan dan sebaliknya semakin sedikit jumlah lilitan maka semakin lambat respon frekuensi optimum yang dihasilkan. Jarak antar koil berpengaruh terhadap besar tegangan yang dihasilkan oleh koil *receiver*, semakin dekat jarak antar koil pada masing-masing jumlah lilitan maka semakin besar tegangan yang dihasilkan oleh tegangan *receiver*.

- Optimasi koil untuk mendapatkan respon terbaik

Pengujian dilakukan dengan dan tanpa memberikan objek sampel tanah. Optimasi koil dilakukan untuk mengetahui jumlah pasangan lilitan, frekuensi kerja dan jarak antar koil. Gambar 7(a) menunjukkan alat pengujian alat karakterisasi yang sudah dipasangkan ferit dengan pasangan koil tanpa diberi objek. Gambar 7(b) menunjukkan pengujian alat karakterisasi yang diberi objek tanah dan dihubungkan ke osiloskop untuk melihat hasil karakterisasi berupa nilai tegangan pada koil *receiver*. Gambar 7(c) merupakan jenis tanah yang akan diuji, yaitu tanah laterit, tanah endapan, tanah humus, tanah liat, dan tanah vulkanik.



(a)

(b)

(c)

Gambar 7. Pengujian alat karakterisasi koil (a) tanpa objek (b) dengan objek tanah (c) tanah yang akan diuji

Spesifikasi alat pengujian yang dipilih untuk penelitian selanjutnya, dapat dilihat dari perubahan terbesar dari masing-masing pasangan koil ketika merespon ada atau tidaknya objek. Kemudian dilakukan pengujian masing-masing koil tanpa dan dengan objek sampel tanah laterit, tanah endapan, tanah humus, tanah liat dan tanah vulkanik dengan input 10 vpp dan 20 vpp.

Perubahan tegangan *receiver* untuk 200 dan 300 lilitan untuk input 10 vpp dan 20 vpp tidak terlalu besar. Perubahan terbesar dari kelima jenis tanah untuk input 10 adalah pada 400 lilitan dengan jarak antar koil 0,5 cm dengan input 10 Vpp dengan perubahan tegangan *receiver* terbesar adalah pada jenis tanah endapan, sebesar 1,68 V. Sedangkan untuk input 20 vpp, perubahan terbesar pada 400 lilitan dengan jarak antar koil 0,5 cm dengan input 20 Vpp. Perubahan tegangan *receiver* terbesar adalah pada jenis tanah endapan, sebesar 4 V.

Berdasarkan karakterisasi koil, perubahan jumlah lilitan, jarak antar koil, dan input yang diberikan mempengaruhi hasil induksi sebelum diberikan objek maupun sudah diberikan objek tanah. Pemilihan koil sangat dipengaruhi oleh jumlah lilitan dan jarak antar koil. Semakin dekat jarak dan semakin banyak lilitan, output tegangan di *receiver* yang terbaca akan semakin besar, hal ini sesuai dengan hukum Faraday. Sehingga pemilihan koil yang digunakan pada penelitian ini yaitu pada pasangan koil 400 lilitan dengan jarak 0,5 cm dan 20 Vpp.

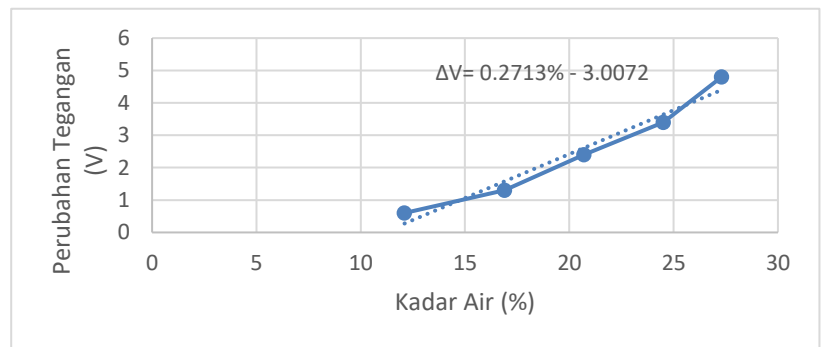
3.3 Penggunaan Alat Dengan Variasi Jenis Tanah dan Kadar Air

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh kadar air dengan nilai tegangan yang terukur di koil *receiver* pada setiap jenis tanah. Pengujian ini dilakukan dengan menempelkan koil ke sampel objek tanah dan kemudian diberikan variasi kadar air 10, 15, 20, 25 dan 30 gr. Untuk mengetahui kadar air yang terukur pada tanah, menggunakan alat ukur LUTRON PMS-714 *Soil moisture meter*. Nilai kadar air yang terkandung pada

tanah menggunakan alat ukur akan dibandingkan dengan perhitungan. Berikut hasil pengujian tanah dengan variasi kadar air.

3.3.1 Hasil Tanah Laterit

Massa tanah = 77,38 g
 V tanpa objek = 17,2 V
 V objek tanah laterit = 21,2 V

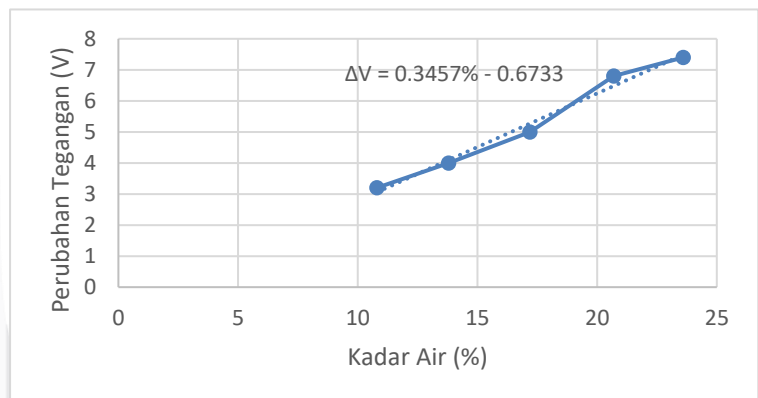


Gambar 8. Perubahan tegangan receiver terhadap kadar air pada tanah laterit

Gambar 8 menunjukkan perubahan koil *receiver* pada tanah laterit dengan variasi kadar air. Tanah laterit lebih tergolong paramagnetik, Perubahan tegangan *receiver* pada objek tanah yang diberi air dan tanpa air memiliki perubahan sekitar 0,6-4,8 V. Pengukuran kadar air yang terkandung dalam tanah menggunakan alat ukur *soil moisture meter* sekitar 12,1-27,3% sedangkan dengan perhitungan, sekitar 11-27%. Pengukuran kadar air dengan alat ukur jika dibandingkan dengan perhitungan, yaitu memiliki error sekitar 1,1-9,1%. Semakin banyak kadar air yang diberikan, maka semakin besar tegangan *receiver* yang terukur dan memiliki persamaan $\Delta V = 0.2713\% - 3.0072$, dimana % menunjukkan kadar air dalam persen dan ΔV sebagai perubahan tegangan *receiver* dalam V dengan dan tanpa air. Namun persamaan ini hanya berlaku untuk maksimal 50% kadar air yang dapat terbaca.

3.3.2 Hasil Tanah Endapan

Massa tanah = 99,868 g
 V tanpa objek = 17,2 V
 V objek tanah endapan = 18,4 V

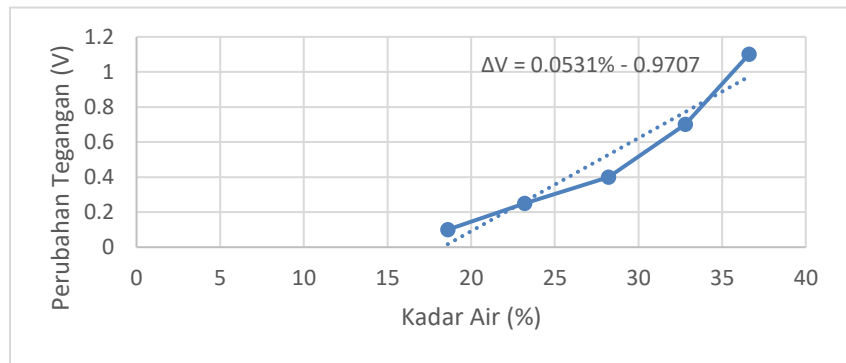


Gambar 9. Perubahan tegangan receiver terhadap kadar air pada tanah endapan

Gambar 9 menunjukkan perubahan koil *receiver* pada tanah endapan dengan variasi kadar air. Tanah endapan lebih tergolong paramagnetik, Perubahan tegangan *receiver* pada objek tanah yang diberi air dan tanpa air memiliki perubahan sekitar 3,2-7,4 V. Pengukuran kadar air yang terkandung dalam tanah menggunakan alat ukur *soil moisture meter* sekitar 10,8-23,6% sedangkan dengan perhitungan, sekitar 9-23%. Pengukuran kadar air dengan alat ukur jika dibandingkan dengan perhitungan, yaitu memiliki error sekitar 2,5-16,6%. Semakin banyak kadar air yang diberikan, maka semakin besar tegangan *receiver* yang terukur dan memiliki persamaan $\Delta V = 0.3457\% - 0.6733$, dimana % menunjukkan kadar air dalam persen dan ΔV sebagai perubahan tegangan *receiver* dalam V dengan dan tanpa air. Namun persamaan ini hanya berlaku untuk maksimal 50% kadar air yang dapat terbaca.

3.3.3 Hasil Tanah Humus

Massa tanah = 52 g
 V tanpa objek = 17,2 V
 V objek tanah humus = 20 V

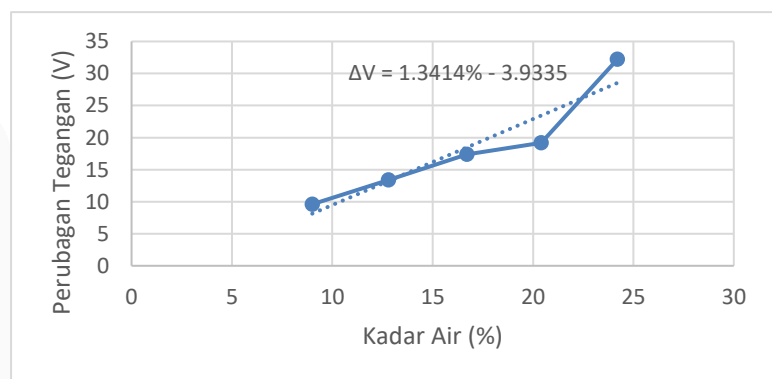


Gambar 10. Perubahan tegangan receiver terhadap kadar air pada tanah humus

Gambar 10 menunjukkan perubahan koil *receiver* pada tanah humus dengan variasi kadar air. Tanah humus lebih tergolong paramagnetik, Perubahan tegangan *receiver* pada objek tanah yang diberi air dan tanpa air memiliki perubahan sekitar 0,1-1,1 V. Pengukuran kadar air yang terkandung dalam tanah menggunakan alat ukur *soil moisture meter* sekitar 18,6-36,6% sedangkan dengan perhitungan, sekitar 16-36%. Pengukuran kadar air dengan alat ukur jika dibandingkan dengan perhitungan, yaitu memiliki error sekitar 1,6-14%. Semakin banyak kadar air yang diberikan, maka semakin besar tegangan *receiver* yang terukur dan memiliki persamaan $\Delta V = 0.0531\% - 0.9707$, dimana % menunjukkan kadar air dalam persen dan ΔV sebagai perubahan tegangan *receiver* dalam V dengan dan tanpa air. Namun persamaan ini hanya berlaku untuk maksimal 50% kadar air yang dapat terbaca.

3.3.4 Hasil Tanah Liat

Massa tanah = 102,56 g
 V tanpa objek = 17,2 V
 V objek tanah liat = 19,4 V

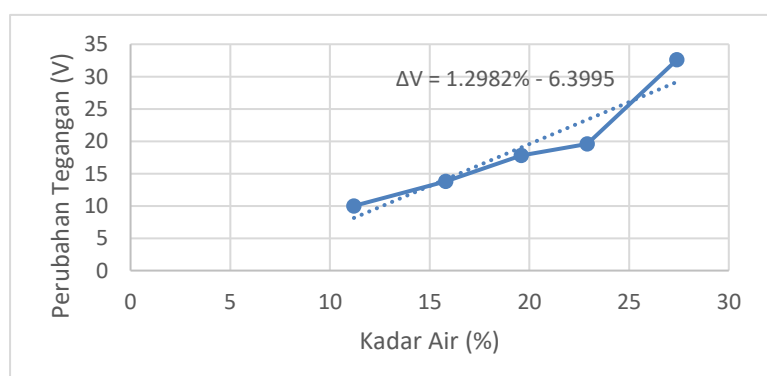


Gambar 11. Perubahan tegangan receiver terhadap kadar air pada tanah liat

Gambar 11 menunjukkan perubahan koil *receiver* pada tanah liat dengan variasi kadar air. Tanah liat lebih tergolong paramagnetik, Perubahan tegangan *receiver* pada objek tanah yang diberi air dan tanpa air memiliki perubahan sekitar 9,6-32,2 V. Pengukuran kadar air yang terkandung dalam tanah menggunakan alat ukur *soil moisture meter* sekitar 9-24,2% sedangkan dengan perhitungan, sekitar 8-22%. Pengukuran kadar air dengan alat ukur jika dibandingkan dengan perhitungan, yaitu memiliki error sekitar 4,2-11,1%. Semakin banyak kadar air yang diberikan, maka semakin besar tegangan *receiver* yang terukur dan memiliki persamaan $\Delta V = 1.3414\% - 3.9335$, dimana % menunjukkan kadar air dalam persen dan ΔV sebagai perubahan tegangan *receiver* dalam V dengan dan tanpa air. Namun persamaan ini hanya berlaku untuk maksimal 50% kadar air yang dapat terbaca.

3.3.5 Hasil Tanah Vulkanik

Massa tanah = 89,52 g
 V tanpa objek = 17,2 V
 V objek tanah vulkanik = 19 V



Gambar 12. Perubahan tegangan receiver terhadap kadar air pada tanah vulkanik

Gambar 12 menunjukkan perubahan koil *receiver* pada tanah vulkanik dengan variasi kadar air. Tanah vulkanik tergolong paramagnetik, Perubahan tegangan *receiver* pada objek tanah yang diberi air dan tanpa air memiliki perubahan sekitar 10-32,6 V. Pengukuran kadar air yang terkandung dalam tanah menggunakan alat ukur *soil moisture meter* sekitar 9-24,2% sedangkan dengan perhitungan, sekitar 8-22%. Pengukuran kadar air dengan alat ukur jika dibandingkan dengan perhitungan, yaitu memiliki error sekitar 8,2-11,4%. Semakin banyak kadar air yang diberikan, maka semakin besar tegangan *receiver* yang terukur dan memiliki persamaan $\Delta V = 1.2982\% - 6.3995$, dimana % menunjukkan kadar air dalam persen dan ΔV sebagai perubahan tegangan *receiver* dalam V dengan dan tanpa air. Namun persamaan ini hanya berlaku untuk maksimal 50% kadar air yang dapat terbaca.

Berdasarkan pengujian, kelima jenis tanah memiliki perubahan kenaikan untuk tegangan *receiver* yang terbaca. Perubahan cukup besar terjadi pada jenis tanah vulkanik dan tanah liat. Namun, perubahan tegangan *receiver* yang tidak begitu besar yaitu pada tanah humus. Pada setiap penambahan kadar air untuk tanah vulkanik dan tanah humus, terjadi kenaikan tegangan *receiver* yang sangat besar hingga dua kali lipat dan jauh melebihi sampel tanah vulkanik dan tanah liat tanpa dicampur dengan kadar air. Tanah vulkanik dan tanah liat yang diberikan penambahan kadar ini memiliki sensitivitas jarak, karena pada saat melakukan pengujian, sebelum tanah ditempelkan ke koil sudah dapat merespon perubahan yang terjadi dikoil *receiver*. Namun, tanah yang memiliki daya serap air yang cukup banyak yaitu pada tanah humus untuk kadar air 30gr mencapai 36% kadar air yang terkandung didalam tanah sedangkan untuk tanah yang tidak memiliki daya serap terkecil yaitu tanah liat, jika diberi kadar air 30 gr hanya mencapai 22%. Berdasarkan hukum ohm $V = I \times R$, terbukti jika arus dan hambatan yang diberikan besar, maka tegangan yang dihasilkan akan semakin besar. Dalam pengujian ini, tanah vulkanik dan tanah liat yang diberi penambahan air, lebih mudah untuk di lakukan induksi karena *eddy current* yang terjadi lebih besar sehingga lebih konduktif untuk proses penginduksian.

4. Kesimpulan

Penelitian telah berhasil untuk mengetahui hubungan kadar air dengan tegangan *receiver* pada jenis tanah yang berbeda. Pengujian dilakukan dengan menggunakan pasangan koil 400 lilitan dengan jarak 0,5 cm dengan input yang diberikan 20 Vpp. Hasil yang didapat dari pengujian berupa perubahan tegangan *receiver* antara tanah sebelum dan sesudah diberi air. Berdasarkan pengujian, seluruh tanah responsif dengan keberadaan air dan jarak antar koil. Hal ini ditunjukkan oleh perubahan tegangan (ΔV) yang lebih tinggi ketika diberi penambahan air. Tanah liat dan tanah vulkanik memiliki perubahan tegangan lebih tinggi dibandingkan tanah lainnya, yaitu saat diberi penambahan air 30 gr sekitar 32 V dan 32,6 V. Persamaan untuk mengetahui perubahan tegangan pada setiap jenis tanah yang diberi pengaruh penambahan air, dapat dicari menggunakan persamaan $\Delta V = 0.2713\% - 3.0072$ untuk tanah laterit, $\Delta V = 0.3457\% - 0.6733$ untuk tanah endapan, $\Delta V = 0.0531\% - 0.9707$ untuk tanah humus, $\Delta V = 1.3414\% - 3.9335$ untuk tanah liat, dan $\Delta V = 1.2982\% - 6.3995$ untuk tanah vulkanik. Namun persamaan ini hanya berlaku untuk maksimal 50% kadar air yang dapat terbaca.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hanafiah, k. A. (2005). Dasar-dasar ilmu tanah. Diklat Kuliah Ilmu Tanah. Universitas Sriwijaya Sumatera Selatan.
- [2] Hardjowigeno, Sarwono. (2010). Ilmu Tanah. Jakarta: Akademika Pressindo.
- [3] Wahyuningsih, Tri., & Evelyn., Margareth. Pengukuran Kadar Air Tanah dengan menggunakan Gypsum Block. NTT.
- [4] Salam, M. A., Rahman, Q. M., Ang, S. P., & Wen, F. 2017. *Soil resistivity and ground resistance for dry and wet soil*. Journal of Modern Power Systems and Clean Energy, 5(2), 290–297.
- [5] Darmawan, D., Kurniadi, D., & Suyatman. 2015. *Study of Induced Electrical Impedance Tomography Configuration on 2 Dimensional Rectangular Object*. Konferensi Internasional ke-7 Fisika dan Aplikasinya.